日本語による

文章作成法

Ⅱ

2012

東北学院大学教養学部情報科学科

４．科学・技術文を書く（１）－レポートの種類－

言うまでもなく，科学や技術に直接関連する文章は，「科学的文章」の条件を満たすものでなければならない。学生が最初に書く科学・技術文は，おそらく授業で課されるレポート文であろう。レポートと呼ばれているものにはどんな種類と作成目的があるかを整理しておく。

① 講義内容のまとめ・授業中の課題提出

授業の途中で，教員が学生の理解度を見るという目的がある。『…について調べよ』『…について…に注意してまとめよ』といった課題が出される。与えられた時間は１～２週間が普通である。時間的余裕が無くても，ノートのメモ書きを単に写し取ったものはレポート文とは見なされないことに注意すべきである。課題の趣旨として次の二つがある。

(1) 指定されたテーマについて，授業に則して（または即して）調べ，整理し，文章化する。

記述は，授業で取り上げた事例と紹介された概念を用いたものでなければならない。この場合，授業で話されたことがらにまったく触れないものは，よい評価を得ることはできない。

(2) 指定されたテーマについて，授業で注意されたことに留意し，文献を調査し，文章化する。

記述は，授業で取り上げた事例と紹介された概念に関連するものでなければならない。この場合，参考文献を必ず適切なかたちで引用しなければならない。

どちらの場合も，ノートを単に整理して文章にすればよいというものではない。教科書のみならず，関連事項を図書館などで文献にあたって調査する必要である。材料を整理し，選択し，場合によっては自分の考えを入れて，レポートの構成を工夫する。

教員が学生の理解の程度を見るのであるから，授業で強調した**重要語句** - キーワード - が適切に使われているかは一つのポイントになる。たとえ文献調査をしたとしても，授業と無関係な用語を羅列（られつ）した作文は評価の対象にはならない。

題目（簡明に）・報告者の所属，学生番号，名・提出年月日・はしがき（レポートの目的など）・本文（項目別に小見出しを付ける）・結論（または“まとめ”）・参考文献のような形がよい。

② 試験の代替

成績評価のために用いるものである。まとめ方は，上記①の要領でよいが，仕上げはとくに念入りにおこなう。作成期間が十分与えられるのが普通である。最後に，結論と考察を交えたまとめを述べた章を置く。

③ 実験レポート

授業中の実験の整理と結果の報告が目的である。物理学実験・化学実験・生物学実験・情報科学実験などの実験科目では，通常一回ごとにレポート提出が要求される。実験の目的を十分に理解しておかなければならない。実験結果を整理して，その意味するところを正しく解釈し考察を

述べる。

■大学での課題レポートの読み手は, 専門知識を持った大学教員である。だからといって，何の説明もなく専門用語を並べてはいけない。「専門用語（または概念）を自分はこのように理解した」と教員にアピールするつもりで書かなければならない。したがって, 想定読者を同級生または下級生にして, 必要に応じて専門用語の解説をしながら丁寧に作成するのがよい。
■一般に, 大学でのレポートでは, 事実に基づいて考えた内容を表す「考察」は重要である。これを, あいまいな「感想文」で終わらせてはいけない。

レポートの具体的な作り方－構成－については，別章で改めて説明する。

練習問題４

１　レポートにはどのような種類があるか，日本語リテラシーの授業内容も考慮して整理せよ。

5．科学・技術文を書く（２）－事実と意見との区別－

事実を簡潔・明快に伝えるのが，科学・技術レポートの主目的である。

しかし，事実・情報の集積に止まらず，それに関する自分の意見・考え・主張も伝えなければならない。そこで大事になってくるのは，事実と意見をはっきり区別することである。両者が混合していると，しばしば文意が通じにくく全体の印象が漠然としてくる。簡単な例を考えてみる。

例１

BASIC プログラミングによってこの問題の解決を試みた。むずかしい課題であったが，しばらくして計算A，計算B，計算C をそれぞれのブロックに分け，GOTO 文でそれらをつなぐことで，実行可能なプログラムを完成させうることに気づいた。しかし，その結果，計算の実行がとんでもなく複雑に分岐するプログラムになってしまった。

事実と意見は別もの

ここでは事実と書き手の主観が区別されていない。この例における事実は，「計算A，計算B，計算C をそれぞれのブロックに分け，GOTO 文でそれらをつなぐことで，実行可能なプログラムをつくったが，**結果的に，計算の実行が複雑に分岐するプログラムになった**」ことである。「むずかしい」「しばらくして」「とんでもなく」はまったくの主観であり，課題レポートでは無用である。

その上でなお，そのような主観的表現をどうしても使いたいということはあるかもしれない。どんな場合

でも主観的表現を絶対に使ってはいけないとは誰も言えない。とくに，文章が同様な経験をした読者を対象にして書かれていて，その内容が創造性や独創性に富んだものである場合，そのような表現は好感をもって受け止められることがある。しかし，主観的表現はできる限り避けるという原則は守るべきである。

事実に基づく意見

原則として，意見・考えは，そこに得られている事実または調査結果としての事実に基づいて述べられる。調査・実験のレポートではこのことは当然であるが，その他のもろもろのレポートでも同様である。

「事実(Fact）」と「意見（Opinion）」についてさらに整理しておく。

□**「事実」に関する記述**：それが「真（ホント）」か「偽（ウソ）」かのいずれかであり，そのいずれかを経験あるいは論理により客観的に判断できる。

例2

彼の身長は178cmである。
統計調査によれば，今年の新入生は去年よりも図書館利用時のマナーを心得ている。
彼は岩手県盛岡市に生まれた。
あの円の半径はおよそ1.3メートルである。
半径rの円の面積はπr^2よりも小さい。

これらの記述は（建前として）「真」か「偽」かのどちらかである。それを決めるのは，実験・観察・調査・論理的推論による検証であって，議論ではない。この検証が原理的にできるものは，経験的あるいは論理的な「事実」に関する記述である。ただし，そのためには，文中の言葉の意味が明確でなければならない。表現や内容があいまいであれば，何を検証すべきなのかがわからないからである。

＊ここでいう「事実」を「真実」と混同しないこと。

□**「意見」に関する記述**：それが「真（ホント）＝正しい」か，あるいは「偽（ウソ）＝誤っている」か，客観的な方法で判定できない。

例３

彼の図書館でのマナーの悪さにはほとほとあきれかえる。
日本の景気はきっと良くなる。
彼はギターが非常にうまいと言ってよい。
科学技術の発展が，人類に不幸をもたらした。
ピカソの絵は美しい。

上の文は，個人の主観・価値観を表明したものである。これらの記述を否定した別の記述もありうる。 そのうちのどれに「説得力（納得させる力）」があるか議論することはできる。ただし，どんなに議論を重ねても，「説得力」があることは「真」であるということとは別のことであって，誤りであることさえある。たとえば

わたしの友だちはみんな自分の電子辞書を持（も）っている。

は事実に関する記述である。これだけから

わたしも自分の電子辞書を持つ必要がある。

という意見は，**論理的**には導くことはできないのである。

実は，一見すると事実に関する記述ではないと思えるものでも，その文で述べられた内容に到る前提が明確にされれば，それは事実に関する記述となることがある。例えば

明朝，私は７時 10 分には起きなければならない。

という記述は，これだけであれば意見に関する記述である。しかし，「必修授業には出席しなければならない」「明日，1 時間目に必修授業がある」「1 時間目の授業は午前 8 時 50 分に始まる」「自宅から学校までの交通に 60 分かかる」「登校の準備に 40 分かかる」という，上記の**記述の前提**が明示されれば，これは**論理的な事実**ー論理的に真偽が判定できるーに関する記述となる。

＊ここで明らかになったことは，「事実に関する記述」と「意見に関する記述」はどんな場合でも明確に区別できるとは限らないということである。これらを区別するためには，一般には読み手と書き手（話し手と聞き手）の関係やおかれた状況も考慮に入れることが必要になる。書き手の立場によって「事実」と「意見」が入れ替わることもありうる。以下でも述べるように，「事実」あるいは「意見」とする根拠を自分なりに提示できることが重要である。ただし，この授業では物事を複雑化せず，できるだけ常識的に単純化して考えることにする。

事実と意見を区別して明確に述べる科学的文章において

・**事実に関する記述**では，「～である」「～となる」「～だ」のような表現を用いる。
・**意見に関する記述**では，「私は～と考える」「～と思う」「～と推測する」のような表現

を用いる。

次の会話は，事実に基づく検証のこころみ（甲：科学的）が事実に反する意見（丙：感情的）の抵抗にあっている場面である。

例 4

甲：　**この商品については，スイッチが誤作動するという消費者からの苦情が 13 件届いている。原因の調査が必要と思う。**

乙：　**この商品の開発では，低コストという条件の下で我々は最大限の努力をしている。**

丙：　**甲はどうして乙を非難するんですか。**

事実と意見を混同すると，時に議論は収拾がつかなくなり，誤った結論に導かれることもある。

話題　数学と事実

論理的な事実を述べるものの典型例が数学の記述である。次の文は，論理的な事実に関する記述である。

40 人のクラスでは，誕生日（月日）が一致する生徒が二人以上いる確率は約 90 パーセントである。

「1 年=365 日のどの日も，人が生まれる確率は同じである」という前提のもとで，無作為（むさくい）にn人（n<365）集まったときにその中で誕生日が一致する人が二人以上いる確率は

$$P_2 = 1 - \prod_{r=1}^{n-1}\left(1 - \frac{r}{365}\right)$$

である。この式に n=40 を代入して計算すると，上の文の真偽を‘約’の意味まで含めて確かめることができる。

ただし，論理的事実を経験的に検証するのは必ずしも容易ではなく，ときには不可能でもある。

以上をまとめると

・科学的文章の中では「事実に関する記述」と「意見に関する記述」は明瞭に区別されなければならない。

・「事実に関する記述」とは，その真偽が客観的に判断できる記述，「意見に関する記述」とは，その真偽を客観的に判断できない記述をいう。

・「事実」には「経験的事実」と「論理的事実」がある。
・科学的文章では，「事実に関する記述」によって「事実」を，「意見に関する記述」によって「意見」を明示しなければならない。
・科学的文章では，意見は事実に基づいて（または事実との関連において）述べられなければならない。
・レポートは科学的文章でなければならない。

練習問題５－１

１　本文の例４が「科学的」会話になるためには，丙はどのように言えばよかったか。

２　A,B 二人が次のような会話をしている。

A:　人には自分がしなければいけないことがある。「善」はそのなかでも最も重要なものだ。それはなぜなんだろう。
B:　うむ，確かにいいことをすると気分がいい。
A:　それ以前に，われわれにはそれをしなければいけない義務があるというべきだ。
B:　経験から生まれた義務感ということだろうね。日本では昔から，情けはひとのためならず，ともいうよ。
A:　そんなことではだめなんだよ。人間には功利を超えた使命があるとしないと社会の問題は解決しないよ。
B:　ゼンゼンわからんなぁ。

この二人の会話はかみ合っていない。その理由を考えてみよ。

３　つぎの文は「事実」に関する記述か「意見」に関する記述か，理由と共に述べよ。
①「仙台の女性の服装や身ごなしがじつに洗練されている」と書いたのは司馬遼太郎（しばりょうたろう）である。
②仙台の女性の服装や身ごなしはじつに洗練されている。
③1969 年生まれの日本人の平均身長は，男 171.8cm，女 158.9cm である。
④ちょうどそのとき，彼はふてぶてしい態度で教室に入ってきた。
⑤地球以外にも，高度に発達した文明をもつ生物がいるにちがいない。
⑥今後，コンピュータの性能は限りなく増大する。
⑦彼は盛岡生まれで，岩手大学を卒業した。
⑧三角形の内角の和は 180°である。
⑨正しく作られたさいころを振って偶数の目が出る確率は 3/4 である。

⑩酸素と水素から水をつくることができる。

4　本文に挙げた例で「わたしも自分の電子辞書を持つ必要がある」が事実に関する記述となるためには，どのような条件が必要か。

＊再度の注意：「事実」と「意見」がいつも明確に区別できるとは限らないことを知っておこう。一般には，この区別は読者（あるいは聞き手）として誰を想定するかにもよる。

文章における事実と意見

今度は，文章について考えてみよう。

例題１　次の文章は，事実について述べたものか，意見について述べたものか，理由とともに答えよ。

> ①人間の科学活動は脳の新皮質に関係している。②新皮質は人間独特のものである。③したがって，人間は科学を推進させ科学化された社会をつくりあげる運命を背負っている。

答えの例

□①について：人間の高度な精神活動が大脳新皮質といわれる部分に依っているかどうかは，非専門家でも文献調査で調べることができる。（事実，このことは，解剖学に基づく脳研究ではよく知られている。）

□②について：このことも，非専門家も文献で調べることができる。事実，新皮質の存在は，いまのところ人間にだけ顕著に認められる。（②に述べられていることも正しいことがわかる。）

□③について：将来のことをいま検証することはできない。また，「運命」というのも情緒的表現である。したがって，これは，筆者の考えに関する記述である。

科学的な文章では，「事実」とされる事柄を正確に抽出することが先決であり，そのような「事実」に基づいて考えを述べなければならない。例題１についていえば，筆者の考え③は，事実①②に基づいていることがわかる。しかし，このままでは，事実と意見の関係は明瞭ではない。

例題２　上の例で，事実と意見を明確に区別した文章に書き換えよ。

答えの例

人間の脳には，新皮質という人間独特の構造があることが解剖学的にわかっている。そして，脳科学の

研究によって，新皮質は科学活動のような高度な精神活動に関係していることがわかってきた。それゆえ私は，人間は科学を推進させ科学化された社会をつくりあげる運命を背負っていると考える。

このように，良い文章，明晰な文章を書くためには，事実と意見・考えとを区別する心がけが必要である。自分の主張に対して，人はどこまでも責任を持たなければならないからである。

科学的文章を作成する上での「事実と意見」に関する心がけを整理しておく。

① 事実と考え・意見とを区別する。
② 事実には，裏付けになる根拠や実験・調査による検証が必要である。根拠が不確かならば，とりあえず事実から除外する。
③ 考え・意見は，その場所（文中）に記載されている事実だけを材料として述べるのが原則である。自分の考えでないものには，かぎ括弧をつける・他者の考えであることを冒頭で断るなどして，同時に文献を引用する。
④ 事実の記載に，主観的な形容詞（‘すばらしい’‘美しい’など）を加えるのは好ましくない。客観的に論理的に書く。
⑤ 修辞的表現（例えば「Watson は，「自然淘汰による進化」説を振り回して自由経済を弁護している」など）は使わない。
⑥ 考え・意見には，主語（‘私’‘我々’‘著者’等など）を明記し，意見であることを明らかにするために，「と思う」，「と考える」などの動詞を用いる。「かもしれない」「ではなかろうか」などの曖昧な表現は，できるだけ避ける。

＊「思われる」「考えられる」という受動態の表現は，専門家のレポートではしばしば現れるが，学生レポートではできるだけ使わない方がよい。「私は…と考える」というふうに，主語と述語を明確にした方が若者らしい率直さを表している印象を与える。

＊「と言われている」という表現は，そのように言っている主体が不明な場合が多く，使わないほうがよい。自分の個人的意見を，無根拠・無責任に一般化している印象を読者（＝教員）に与える危険もある。

練習問題５－２

１　（1）次の三つの文について，事実について記述したものか，考えについて述べているものかを理由とともに述べよ。

（2）上の結果に基づき，「事実」と「意見」の区別が明確になるように書き直せ。（内

容の真偽は問わない。）

① 現在の情報化社会では，人間がコンピュータに支配されている。

② ゲノムのデータさえあれば，人工ＤＮＡ作成会社に断片を作らせ，今は根絶した危険なウイルスを復活させたり，毒性を強めたりすることが可能になる。人工的に作り出された生物を自然環境に持ち出せば，生態系への悪影響も懸念される。

③ 進歩した自然科学でもなお理解できない不思議が多いのだから，初学者はまず野外観察をする必要がある。[1]

ヒント

①「支配」という表現自身は主観的である。コンピュータが人間を「支配」していると判断する根拠は人によって様々であろう。

③ 次のことは事実だろうか，それとも意見だろうか。「自然現象に未解決問題が多い」「野外観察は必要である」「最初にしなければいけないことは野外観察である」

2 次の文の「径 20nm くらいの」が(ｉ)事実の記述である，(ⅱ)意見の記述である，としたときに，そのことがはっきりとわかるように書き直せ。（「nm」は「ナノメートル」と読む。）

大腸菌の鞭毛を動かすモーターは，おそらく数十個の蛋白質分子が組み合わさってできた，径 20nm ぐらいの“分子機械”である。

3 (1) 次の文章は，事実について述べたものか，意見について述べたものか，理由とともに答えよ。[1]

①人間は，古代文明の時代の昔から，自然界の不思議と謎に知的興味を抱き，また自然の恵を利用しようとしてきた。②そうして，少しでも正確に自然を知るために，自然を分かりやすい法則の集まりとして表現してきた。③自然科学はそのようにしてつくられた学問である。

(2) 上記の文を，事実と意見の違いが明確になるように書き換えよ。

4 次の文を，(i)事実に関する記述，(ii)意見に関する記述，の二つの場合を想定して書き換えよ。

世界の人口は，現在１日 20 万人の割合で増加しつつあり，総人口は 2007 年６月の時点で約 66

億１千万人に達した。

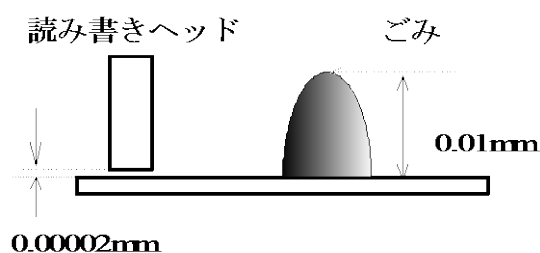
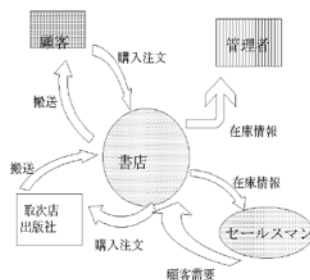
６．科学・技術文を書く（３）－図・表の利用－

すでに述べたように，図表を用いることは，文意を明快にし誤解をなくすために効果的である。

例１　円の内部で交わる二直線が，同時にこの円の円周と交わるとする。そうすると，この二直線がそれぞれどんな方向に引かれようとも，どちらかの直線の二部分から成る長方形の面積はいま一つの直線の二部分から成る長方形の面積に等しい。（カント『プロレゴメナ』篠田英雄訳，一部改変）

文章だけから成るこの記述は，これだけでは少々わかりにくい。想定読者を狭い範囲に限ったせいか，より多くの読者に分かってもらいたいという熱意には欠ける文章である。これに図を一つ添えれば，わかりにくさや曖昧さの大部分は消失する。（あなたは，この文章の意味をより分かりやすいものに書き換えることができるか，興味があれば挑戦してみよう。）

例２　ごく微小の粒子でも，読み書きヘッドとディスク面との距離と比べると巨大な物体となる。読み書きヘッドがそのような粒子と接触するのは，われわれ人間が巨大な岩石に衝突するようなものである。

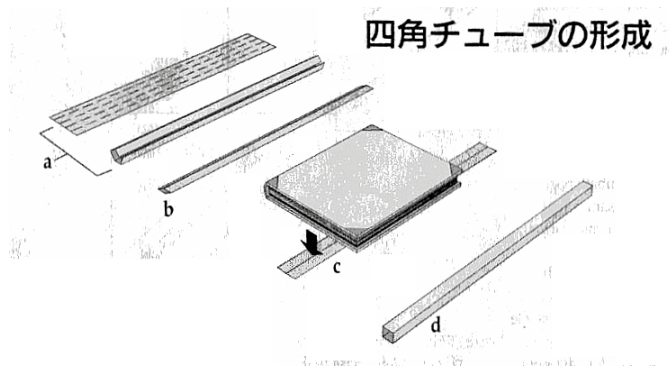
比喩を使って事実をわかりやすく伝えようとしている文章である。

これにさらに左のような図が加われば，説明はさらに良いものになる。

具体的な物を示すだけではなく，ものごとの関係を表すのにも図はきわめて有用である。書店を中心とした物と情報の流れを表した左の図は，その一例である。

事実と意見を的確に伝える上において，言語の能力には限界がある。科学・技術文ではとくに図・表の使用を可能な限り心がけるべきである。

＊情報科学では，このような作業・情報の流れを図示することがよく行われる。プログラミング

時のフローチャートがその例である。

取扱説明書・作業説明書

取扱説明書・作業説明書は，図を用いて作成される科学的文章の典型的な例である。その作文では，伝えるべき内容を，事実にもとづいてわかりやすく正確に読者に伝えることが，最重要課題となる。

例３　左の図は，与えられた紙製の部品から，断面が四角のチューブを作る手順を描いたものである。これに付ける説明文の例を次に示す。

a)四角チューブ用の部品を折れ線に沿って折り曲げる。

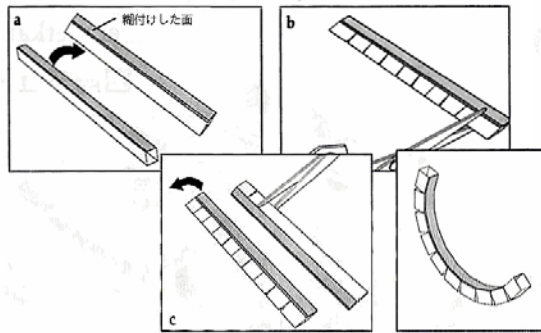
b)部品を親指と人差し指でつまんで，折れ線の長手方向に指を滑(すべ)らせながら，折れ目をはっきりと付ける。他の折れ目も同様に付ける。

c)糊付け面の全長にわたって糊付けする。（電話帳などで）押さえつけて 15 分間乾燥する。

d)断面が四角になるようにチューブを拡げる。

練習問題６

1　プログラミングにおけるフローチャートとはどのようなものか，またどのような目的でつくられるのか，調べて図を用いて説明せよ。

2　下図は，本文の例3で作った四角チューブから円形を作る手順を描いたものである。考え方は，糊付けした面以外の面に 5mm 間隔に切れ目を入れて曲げるというものである。例3にならって，図の a, b, c に対する説明文をつくれ。

７．科学・技術文を書く－悪い事例紹介－

学生の作成するレポートには，稚拙な表現も含めしばしばいろいろな問題点が現われる。次に例を示す。

レポート課題の例１

課題：　日本の湖に流入する川の数と流出する川の数を調べ，両者の間の関係について推測し，レポートを書け。

気のせいかもしれないが，湖の東側に，より多くの川が存在しているような気がする。すいません，川は湖より低いところに流れ出ていて，高いところから流れてくる，ということしか分かりません。

♦冗長である。♦本文中で謝罪する必要はない。

レポート課題の例２

課題：　「コリオリ力」について調べ，レポートを書け。

このように，すべての向きや方向は，地球の自転とコリオリ力の影響を受けている。正直よく分からない。

♦「何の」向きや方向なのか不明である。「あらゆる」の意味であるなら，この文は誤りである。♦このレポート作成者は「コリオリ力」を理解していないことはすぐに分かる。最後の文は不要である。無意味な主観的表現であることもマイナス要因である。

自分の意見と他人の意見－文献の引用

文献を調査した結果のうちで何が正しい事実と認められるかは，しばしば不明である。したがって，記述の出所を明確にするために，引用した文献や資料を明示しておく必要が起こる。また，

文献に書かれていることを無条件で受け入れず，「本当か」「もし本当なら」と用心して扱うほうが安全である。

レポートの作成者は，その内容すべてに責任を持たなければならない。そのためには，参考にした文献は，著者が明示されていることが必要である。このことにより，他人の意見と自分の意見とを区別することもできる。どんなに共感できる意見でも，他人の意見は他人の意見として記述しなければならない。他者の意見の引用は，例えば

1） **地球温暖化について，佐藤（1990）は「CO_2濃度の上昇がその原因ではない」と述べている。**

2） **地球温暖化について，「CO_2濃度の上昇がその原因ではない」（佐藤 1990）と述べている。**

のようにおこなう。両方とも，参考文献リストに‘佐藤○○’が書いた 1990 年の著作が挙げられていることが前提である。

インターネット上の情報を参照して作文する場合は注意しなければならない。ホームページなどには，著者が不明で内容の信頼性に疑わしいものがたくさんあるからである。テーマにもよるが，学術的な内容のレポートの場合は，学生が参照するのは，大学・国公立の研究所・その関連施設・政府・地方公共団体が提供するものに限った方が無難である。（付録「情報検索法」を参照。）

学生がよく利用したがるウェブページにウィキペディアがある。利用の仕方によっては役に立つものであるが，著者が明示されていないので，参考文献として用いることはできない。

８．科学・技術文を書くー体裁についてのまとめー

科学・技術レポート作成時に心得るべき最も重要な事柄は

事実と意見，自分の意見と他人の意見とを区別する

であった。ここでは，その他の重要な事柄を，体裁について新たに説明を加えながらまとめる。レポート構成の型については，次章で述べる。

①初めに，伝えるべき事実・データを整理しておく。図・表を積極的に用いる。
②一つの文はできるだけ短くする。長い文の中に幾つかのことを詰め込むと，文脈が混乱してくる場合がある。一つの文では一つのことを言う，ことを原則とする。ただし，この原則にこだわりすぎると，逆に文章を読みにくくすることもあることに注意する。
③主語部と述語部との対応関係に整合性を失わないよう注意を払う。

④「だろう」「ではないだろうか」といった曖昧表現はできるだけ用いない。
⑤「この」「その」「こんな」「このような」の類の指示語は，何を指示するのかが明確な場合に用いる。またそれらを多用しない。
⑥「しかし」「また」「もしも」「なぜなら」などの接続詞を正確に使用する。接続詞によって，その後に続く文の型が決まることに注意する。
⑦「です・ます」調（敬体）と「だ・である」調(常体)とを混用しない。
⑧体言止めを用いない。
「体言止め」とは，文末を名詞・名詞句にすることをいう。マスメディア報道媒体・ミニコミ情報誌などでよく用いられる。例えば次のようなものである。

パソコン病の主な症状は，視覚系，筋骨格系，精神神経系にあらわれる。視覚系の症状は，目の疲れ，痛み，乾き。筋骨格系には，首や肩のこり，背中の痛みやしびれ，手の脱力感などの症状が出る。

練習問題８

１　(1)次の文章の筆者は，どのような事実に基づき，何を意見として述べているか。(2)本文のはじめの５行を，事実と意見を明確に分離した文章に書き改めよ。

道路特定財源：国交省公益法人，ムダ遣い　報告書作成費，たった３部で１億円

国土交通省所管の公益法人「国際建設技術協会」が０７年，道路特定財源約９２００万円で作成した海外の道路事情の調査報告書が，わずか３部しか作られず，インターネット上の百科事典「ウィキペディア」の表を引用するなどずさんな内容だったことが，２１日の衆院予算委員会で分かった。冬柴鉄三（ふゆしばてつぞう）国土交通相は「よく調査し法人の存続も含め検討したい」と苦い顔で答弁した。

報告書は約１１００ページ。０６年末に国交省が随意（ずいい）契約で同協会に発注した。報告書は米国各州の郡の数や，法定速度に関する表などをウィキペディアから引用。その他の参考資料も大半がインターネットからの引用だったという。

ウィキペディアは誰でも書き込めて誤りがある場合もあり，通常の論文では引用されない。予算委でこの問題を取り上げた細野豪志氏（民主）は「学生のリポートでも教授が受け付けない。税金でできた約１億円の報告書が，ウィキペディアの引用でしゃあしゃあとできている」と皮肉った。

毎日新聞　2008 年 2 月 22 日

９．レポート作成の実際－科学・技術系レポートの場合

大学の講義ではレポート作成を課せられる場合が多い。卒業時には長い時間をかけて研究，調査などを行った結果をまとめて論文として提出することを義務付けている学部・学科がほとんどである。レポート（特に課題レポート）と論文では，性質が多少異なるものの，いずれも調査した事実や，実験，理論に基づいた主張を論理的かつ客観的に展開していくという点では共通している。そこでこの章では，科学技術論文・レポートを書くための基本的かつ実際的な構成法について学んでいく。

文学作品などとは異なり，科学技術論文・レポートにはある程度決まった「型」が存在する。初めに，典型的な「型（構成）」を示す。

（次ページ参照）

＊タイトル　内容を的確に表す表題をつける。

０．要旨　内容を簡単にまとめたものが冒頭につく場合が多い。

１．序論

論文の導入であり，書き手と読み手の共通意識をつくる役割をもつ。序論で示すものは

- 何について論じるものであるか
- その背景（歴史的背景，先行研究例，関連事項の動向など）
- 問題提起（作業仮説，提案）と研究目的の提示

などである。

２．方法

自分が用いた方法を具体的かつ詳細に述べる部分である。ただし冗長にならないような配慮が必要である。ここで述べるべき例を以下に示す。

- 実験の場合：用いた装置や試料，実験条件，実験手順など
- 理論の場合：基礎となる原理と，それに基づいて自分が新たに考えた点の説明など
- 調査の場合：調査対象，調査実施法，サンプリングの抽出法など

３．結果

方法で示したことから得られた結果を示す。事実のみを示すようにし，意見は極力入れないように心がける必要がある（意見は考察で述べる）。以下の点に留意し，分かりやすく示すことが重要である。

- 数値や表・グラフ，写真を用いて理解しやすい形で示す。

・結果の中で主に着目すべき点についてコメントする。

４．考察

結果に対する書き手の解釈を述べる。考察として述べてよいのは，上記の結果から論理的に導き出したことだけである。主観に基づいた展開（理由のない勝手な意見など）にならないように注意する必要がある。

５．結論

考察までに述べた内容から，「要するに」というつもりで全体をまとめたコメントを行う部分である。抽象的になっていないか，漠然としたものになっていないか，などに注意しながら，簡潔に述べる。（この部分は「考察」と統合してもよい。下記の**例１**を参照のこと。）

６．参考文献

レポートをまとめるにあたって利用した文献を示す。部分的に参考にしたものも立派な参考文献である。

筆者の意図や，誰に読んでもらうのか，によって，上記の骨子は変わることがある。例えば，

・結果から直接に導かれることをまず結論的に述べて結果または結果と結論とし，その次にそれらが意味することや残された課題・将来的展望などを考察で記述する
ことがある。あるいは，

・結果の後に結論と考察を結論と考察としてまとめて記述する
ことも可能である。以下に例をあげる。

例１：「実験的に新しいもの・ことを見つけた」あるいは「ある事項に関して調査を行った」という内容のレポート

・「序論　－　方法　－　結果　－　考察　（－　結論）」

・「序論　－　方法　－　結果と結論　－　考察」

・「序論　－　方法　－　結果　－　結論と考察」

例２：「新しいシステムを提案し，試作した」という内容のレポート

・「序論　－　新規提案　－　評価・検証　－　結論」

どのような型がよいかは，記述しようとすることによって変わるので，教員の説明をよく聞くことが大切である。積極的に教員の指導を受けるようにしよう。

基本構成に基づいて論述するメリットとして以下の点が上げられる。

１．読みやすさ，理解しやすさ

基本構成に従うと展開に無理がないため，読み手にとって読みやすく，かつ理解しやすくなる（もし読みにくいとすれば，それは書き方が悪いのであって，構成のせいではない）。誰のために書くのか？ということを考えれば，その重要性は自明であろう。実は読み手にとってだけではなく，書き手にとっても，「必要な情報を過不足なく示すことができているかどうか」「論理の展開に矛盾や飛躍がないか」などの確認がしやすい，といったメリットがある。

２．汎用性

大学でのレポート，論文，科学技術論文などの言葉から，大学生や大学院生あるいは研究者にしか関係ないように思われるかもしれない。もしそう思ったら，それは大きな誤解である。実は，基本構成ゆえに，どのような職についたとしても，要所で活用できるものである。特に，会社での書類作成やプレゼンテーション資料作成のとき，この構成法・考え方は十分に威力を発揮する。参考までに，多くのビジネス書で述べられている典型的な「企画書の構成」「業務報告書の構成」を示す。

＜企画書の構成＞

イントロ	はじめに
問題提起	背景，現状の認識
テーマ設定	目的，達成目標，対象範囲，前提条件，制約条件，現状分析
企画案の提示	企画の基本方針，全体像，詳細内容
企画案の評価	期待効果，予算（費用），投資対効果
実行計画	作業計画，スケジュール，推進体制，役割分担，推進上の留意点
付加情報	参考資料

＜業務報告書の構成＞

目的と背景
実施内容
成果内容
特記事項
今後の対策

基本的な型に沿った「まとめかた」の練習をおこなってみよう。ここでは（株）ニュートンプレスから発行されている科学雑誌「Newton」の科学技術記事を材料として用いることとする。例題は「ネコは甘味を感じない？」である。

ライフサイエンス・ビュー

ネコは甘味を感じない？

ネコ科の動物は，ほかの哺乳類がもつ甘味センサーを失っていた

目まぐるしく発展する分子生物学は，ネコの味覚をも明らかにしようとしている。アメリカなどの研究グループは，糖などを感知する役目を果たす甘味センサーが，ネコでは失われていることを発見し，『*PLoS Genetics*』誌2005年7月号に発表した。甘味センサーをつくる遺伝子の変異が原因だという。哺乳類の食性と味覚の関係を知る上で興味深い成果だ。

甘いものに目がない人は少なくないだろう。ヒトにかぎらず，雑食や草食の哺乳類はたいてい甘い味が好きだし，肉食であるイヌも甘い味を好む。だが不思議なことに，イヌと同じく肉食であるネコは，甘い味に興味を示さないことが知られている。

ヒトが感じる基本的な味には，塩味，酸味，苦味，甘味，うま味（アミノ酸であるグルタミン酸などがひきおこす味）の五つがある。ネコにこれらの味をあたえて神経の活動を記録すると，甘味だけには応答がないことなどから，ネコは甘味を感じることができないと考えられている。

なぜネコは甘味を感じないのだろうか？　アメリカ，モネル化学感覚センターなどの研究グループは，ネコのゲノム（その種がもつ遺伝子情報の1セット）を調べ，遺伝子のレベルからこのなぞにせまった。

失われていた甘味センサー遺伝子

哺乳類の舌の表面には，味覚を感じる器官である「味蕾」がある。味蕾にある細胞の表面には，味物質を感知するセンサー（受容体）がある。糖を感知する甘味センサーは，「T1R2」と「T1R3」という二つのタンパク質が結合してできている。このうちT1R3は，うま味センサーの部品としてもはたらく。

甘味を感じることのできるヒトやイヌ，ネズミでは，これらのタンパク質をつくるための遺伝子が見つかっている。だが，ネコについてはこれまで調べられていなかった。そこで研究チームは，イエネコのゲノムを調べ，T1R2とT1R3の遺伝子をそれぞれ発見した。それらを調べたところ，T1R3の遺伝子にはとくに異常がなかったが，T1R2の遺伝子には多くの変異（遺伝子の変化）が生じていることが明らかになった。

また，ネコの味蕾からはT1R3タンパク質が検出されたが，T1R2タンパク質は検出されなかった。一連の結果から，ネコが甘味を感じないのは，甘味センサーの部品であるT1R2タンパク質が，遺伝子変異によってつくられなくなったためであると研究チームは結論づけた。

トラやチーターも，甘味に対してとくに興味を示さないことが報告されている。研究グループは，トラとチーターがもつT1R2の遺伝子も調べ，イエネコと同様の変異がおきていることを確認した。甘味センサーの欠損が，ネコ科に共通した特徴であることをうかがわせる。

肉食に特化したため遺伝子が退化？

甘味は，主に糖などの炭水化物によって得られる味覚であり，基本的には植物性の食料からもたらされる。肉食に特化し，植物性の食料をほとんど口にすることがなくなったネコ科にとって，甘味を感じる能力はもはや重要ではないのかもしれない。

研究に参加した東京農業大学応用生物科学部講師の前橋健二博士は，次のように説明する。

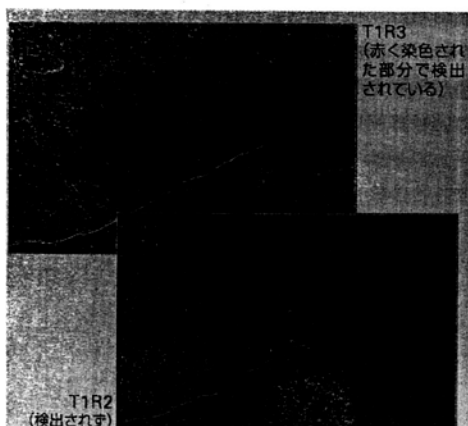
「種の生存に重要ではなくなった遺伝子は，多くの変異が蓄積する運命にあります。たとえばヒトの嗅覚に関係する遺伝子の多くは，多くの変異が蓄積したため現在では使い物にならなくなっています。ネコ科の進化の過程でも，肉食への特化にともなって甘味センサー遺伝子が退化してしまった可能性があります」。

（担当：編集部 板倉 龍）

協力

前橋健二　東京農業大学応用生物科学部講師

T1R3（赤く染色された部分で検出されている）

T1R2（検出されず）

ネコの味蕾の組織写真。T1R3タンパク質が検出されたが，T1R2タンパク質は検出されなかった。

NEWTON, No.11（2005）pp.118.

上記の記事をまとめた例を以下に示す。

「ネコは甘味を感じない？」

１．序論

雑食，草食の哺乳類をはじめ，肉食であるイヌも甘い味を好むが，ネコは肉食であるにも関わらず，甘い味に興味を示さない。ネコの神経活動を調べると甘味にだけ応答がないことなどから，ネコは甘味を感じることができないと考えられている。なぜネコは甘味を感じないのだろうか？

２．方法

哺乳類の舌には味蕾があり，その表面の細胞に味物質を感知するセンサーがある。糖を検出する甘味センサーは２つのタンパク質「T1R2」と「T1R3」が結合してできている。そこでイエネコのゲノムを用いて，

・これらのタンパク質をつくるための遺伝子があるかどうか

・ネコの味蕾に T1R2,T1R3 タンパク質があるかどうか

を調べる。

３．結果

・T1R2,T1R3 それぞれの遺伝子は発見された。

・T1R2 の遺伝子に多くの変異が生じていた。

・味蕾のなかに T1R2 タンパク質が検出されなかった。

４．考察

遺伝子変異によって，T1R2 タンパク質が作られなくなったことからネコは甘味を感じないようになっていると考えられる。トラとチーターについても同様の結果が得られたことからネコ科に共通の特徴であると考えられる。

５．結論

ネコ（ならびにネコ科の動物）は遺伝子レベルで甘味を検出する能力を失っている。

参考文献

NEWTON, No.11（2005）pp.118.

以上が，記事の内容に基づいた「基本構成」となる。

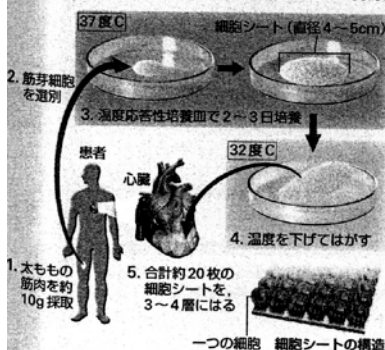
※いうまでもないが，実際のレポートや卒業論文の場合，分量的にこれだけでは情報が不十分であり，各項目について，さらなる情報収集と深い考察を行う必要がある。ここでは「構成」と「各項目の役割」について理解してもらいたい。

太ももの細胞で心臓の機能を回復　メディカル・トピックス

細胞をシート状に培養して，心臓にはりつけた

心臓の筋肉（心筋）の収縮が悪くなり，心臓が拡張してしまう病気がある。「拡張型心筋症」とよばれる病気だ。大阪大学と東京女子医科大学の合同チームは，拡張型心筋症患者の太ももの細胞をシート状に培養して心臓にはりつけ，心臓の機能を回復させることに世界ではじめて成功した。心臓の状態は移植が必要なほど悪かったが，治療によってほぼ正常な状態にまでもどった。

協力

澤 芳樹　大阪大学大学院医学系研究科 外科学講座心臓血管外科学 主任教授

統計によると，いま日本には心臓移植の必要な患者がおよそ2000人いる。心臓移植が開始された1999年から2007年末までの間に，日本で実施された心臓移植は49例である。

心臓移植を受けるかわりに治療を受けた

2007年12月20日，重い心臓病をわずらっていた患者が大阪大学病院から退院した。大阪大学の澤芳樹教授と東京女子医科大学の岡野光夫教授の合同チームが，この患者の太ももの筋肉から取りだした細胞をシート状に培養して心臓にはりつけ，心臓の機能を回復させた。

この患者は2004年ごろから「拡張型心筋症」になった。拡張型心筋症は，心室の筋肉の収縮が悪くなり，心臓が拡張してしまう病気だ。重症化すると死に至る。

患者は2006年1月に入院し，2月には補助人工心臓をつけた。しかし症状は改善せず，2006年8月からは心臓移植を待っていた。合同チームは，2007年3月に患者から太ももの筋肉を採取し，5月に作製した細胞シートを心臓にはりつけた。

心筋再生には使えないと考えられていた

治療に使われたのは，「筋芽細胞」とよばれる細胞である。筋芽細胞は将来筋肉になる細胞で，高い増殖能力をもつ。合同チームは太ももの筋芽細胞を心筋の治療に使えるのではないかと考え，研究を進めてきた。

しかし，筋芽細胞を使った治療は，これまであまりうまくいっていなかった。筋芽細胞を心筋の組織内に注射すると，80パーセント以上の筋芽細胞が死んでしまう。また，生き残った筋芽細胞も不整脈の原因になることがあった。そのため，筋芽細胞は治療には使えないと考える研究者が圧倒的に多かった。

そこで合同チームが開発したのが，筋芽細胞をシート状に培養し，心臓の外側にはりつける方法だ。この方法だと筋芽細胞もほとんど死なず，不整脈もまずおきないという。

有力な治療法の一つになりそう

筋芽細胞のシートには，細胞と細胞を接着するはたらきをもつ「フィブロネクチン」とよばれるタンパク質が含まれている。そのため，シートは心臓上にのせるだけで30分以内にはりつく。合同チームは，直径4～5センチメートルのシート約20枚を心室部分を中心に3～4層にはりつけた。すると手術後，心臓の機能はほぼ正常な状態にまでもどった。

澤教授によると，太ももの筋芽細胞は心臓にはりついたあとで心筋になるわけではなく，あくまでも筋芽細胞のままだという。筋芽細胞の分泌する「サイトカイン」とよばれるタンパク質が，細胞を増殖させるはたらきをもつほかのタンパク質や幹細胞に作用し，心筋を修復していると澤教授は考えている。

これまで日本で実施された心臓移植は，約90パーセントが拡張型心筋症の患者だった。今回，合同チームが成功させた治療法は，移植用の心臓の不足を補うだけでなく，患者本人の筋芽細胞を使うので拒絶反応の心配もない。拡張型心筋症の有力な治療法の一つとなりそうだ。

（担当：編集部 井手 亮）

太ももの細胞を使った拡張型心筋症の治療

筋芽細胞の培養には，温度によって表面の性質がかわる特殊な培養皿を用いる。細胞が増殖したあと温度を下げると，シート状の構造をこわさずはがせる。シートの厚さは細胞一つ分の0.05～0.1ミリメートル程度。

115

【練習問題１】上の科学記事を用いて，序論，方法，結果，考察，結論，にまとめてみよう。

NEWTON, No.3（2008）pp.115.

カラフルな電子ペーパーに新技術　ナノテク・フロンティア

たった一つの物質で，さまざまな色を表現できる

紙のように見やすくて軽い，省電力なディスプレイができれば，紙の使用量を減らすことができる。すでに，白と黒を表示でき，液晶よりも見やすい「電子ペーパー」が実用化されている。2008年4月，物質・材料研究機構の研究グループは，3色に変化する電子ペーパーを開発したと発表した。今後，表現できる色はさらにふえるという。一つの物質がさまざまに色をかえるしくみをみてみよう。

ブラウン管や液晶ディスプレイは，画像や映像を表示させている間，ずっと電源につないでいる必要がある。そこで，表示を書きかえるときだけ電力を使う，薄くて省電力な「電子ペーパー」の開発が進められている。実現すれば，すぐに捨ててしまう書類や，ひんぱんにはりかわる駅のポスター広告などに利用できる。

すでに，白黒の2色を表示できる電子ペーパーが開発されている。また，電源を切っても表示が消えない特殊な液晶を用いた，カラー表示できる電子ペーパーも試作されている。ただし，液晶による電子ペーパーは，赤，青，緑の光をだす層を重ねた3重構造をつくる必要がある。そのため，光が通りにくく，画面が暗くなるという問題がある。一つの層だけで，さまざまな色をあざやかに表現することはできていなかった。

電子のふるまいで色がかわる

物質・材料研究機構の樋口昌芳博士らは，電圧をかけると色がかわる物質を発見し，一つの層で3色を表現する，厚さ2ミリメートルの電子ペーパーを開発したと発表した。1ミリメートル以下の厚さの，曲げられる電子ペーパーも可能だという。

この三つの色を出す物質の正体は，炭素でできた「有機分子」と，金属のイオンとが交互にならんだ長い分子だ。金属イオンは，鉄とルテニウムのイオンが使われている。これらを，酢酸などの溶媒の中でまぜあわせて熱すると，有機分子と金属イオンとが交互に並び，平均300ナノメートル（ナノは10億分の1）の長い分子になるという。どのようにして，この長い分子が三つの色を表示しているのだろうか。

有機分子にはさまれた金属イオンは，電子を有機分子に受け渡して，太陽光のうちの決まった色の光を吸収する性質がある。鉄のイオンは黄色の光を，ルテニウムのイオンは青の光をそれぞれ吸収する。すると，太陽光のほかの光だけが見えるので，電子ペーパーは赤くなる。

ところが電圧をかけると，電子の移動がおさえられ，光が吸収されなくなる。まず1.7ボルトの電圧で，鉄イオンは黄色の光を吸収しなくなり，電子ペーパーはオレンジ色になる。2.5ボルトの電圧で，ルテニウムイオンも青の光を吸収しなくなり，電子ペーパーは薄い黄緑になるという。

このように，電子のふるまいを制御することで，さまざまな色を表現しているのだ。電子だけが移動し，分子そのものは変形しないため，くりかえしに強い。電圧を4000回かえても色は弱まらなかったという。

さらに多くの色も表現できる

今回開発された電子ペーパーは，2種類の金属イオンを使って，3色を表現している。今後，さらに金属の種類をふやしていけば，より多くの色を表現できるという。

また，従来の白黒の電子ペーパーは，10ボルト以上の電圧を必要とする。しかし今回開発された素材は，5ボルト以下の電圧で書きかえができる。「より多くの色をあざやかに表示できる，省電力な電子ペーパーをめざしています」（樋口博士）。

（担当：編集部 市田朝子）

協力
樋口昌芳　物質・材料研究機構若手独立研究員

上（写真）は，電子ペーパーの色がかわるようす。中央は，開発された素材ができるしくみ。炭素でできた有機分子や金属のイオンを加熱すると，ひとりでに鎖状に並ぶ。下は，電圧で色がかわるしくみ。電圧をかけると，電子が飛びださなくなり，光を吸収しなくなるため，色がかわる。

121

NEWTON, No.7（2008）pp.121

【練習問題２】上の科学記事を用いて，序論，方法，結果，考察，結論，にまとめてみよう。

□レポートチェック表

提出する前に,もう一度作成したものを見直そう。

体裁	タイトルは適切なものが選ばれているか		
	氏名・学科・学氏番号は明記してあるか		
	枚数は既定の数に達しているか		
	ページ番号を振っているか		
内容	課題テーマとタイトル・内容に整合性はあるか		
	事実と意見を区別しているか		
	あいまいな表現はないか		
	引用が多すぎないか		
	箇条書き・表・図を用いたほうがよくはないか		
構成など	序論・本論・結論または考察の順に書かれているか		
	参考文献を明記しているか		
	本文中で参考文献を参照した箇所が明示されているか		
	文体を統一しているか（常体を用いているか）		
	誤字・脱字はないか		

第６章問題２の解答例

a)作成したチューブを平らにする。

b)はさみで 5mm 間隔で切り込みを入れる。**貼り合わせた面を切らないよう注意する。**

c)折り目を変えて３つ目の面を切る。**貼り合わせた面を切らないよう注意する。**